

Japanese Patent Laid-open No. HEI 10-233758 A

Publication date : September 2, 1998

Applicant : Nippon Denshin Denwa K.K.

Title : RADIO COMMUNICATION DEVICE AND METHOD THEREOF

5

(57) [Abstract]

[Object] In the case when, in the Spread Aloha system, a retransmission of packet signals occurs, there is an increase in traffic and there are also increased transmission path errors due to interference.

[Means to solve the problems] Normally, a data sequence is divided into M-number of periods, and spread by using M-number of spread codes that are mutually orthogonal to each other, and this is M-multiplexed, and transmitted. At the time of retransmission, the data sequence is divided into M' (M' < M)-number of periods, and spread by using M'-number of spread codes that are mutually orthogonal to each other, and this is M'-multiplexed, and transmitted.

[Scope of Claim for a Patent]

[Claim 1] A radio communication method, which allows a plurality of terminals to transmit to one base station packet signals that have been spectrum-spread through random accesses, characterized in that:

in each of the terminals, data of L-symbol to be transmitted is divided into M-number (M: an integer not less

than 2) of pieces, and the divided data of L/M-symbol is spread in parallel with each other with respect to M-pieces by using spread codes that are mutually orthogonal to each other to obtain spread signals, and the M-number of parallel
5 spread signals are added and transmitted as an M-multiplexed signal, and

in a terminal that has received a request for retransmission, data of L-symbol to be retransmit is divided into M'-number (M' is an integer that is not less than 1
10 and smaller than M) of pieces, and the divided data of L/M'-symbol is spread in parallel with each other with respect to M'-pieces by using spread codes that are mutually orthogonal to each other to obtain spread signals, and the M'-number of parallel spread signals are added and
15 transmitted as an M'-multiplexed signal.

[Claim 2] The radio communication method according to claim 1, characterized in that $M = 2$ and $M' = 1$.

[Claim 3] A radio communication device, comprising: a memory (2) for temporarily storing input data; a series-parallel
20 conversion circuit (4) for taking out data of L-symbol to be transmitted from the memory, and for converting the data to parallel signals of two rows; two spread code generation circuits (6-1, 6-2) for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel
25 signals of two rows; two multiplier circuits (5-1, 5-2) for

multiplying the parallel signals of two rows by the two spread codes respectively; an adder circuit (7) for adding the outputs of the two multiplier circuits; and a transmitter (12) for receiving the output of the adder circuit as its modulation input, characterized by further comprising:

control means (22) which takes out data that is requested for retransmission from the memory (2) and supplies this to a single multiplier circuit (9) as data of L-symbol;

a single spread code generation circuit (6-2) for supplying spread codes to the multiplier circuit (9); and

switching means (11) for connecting the output of the multiplier circuit to the modulation input of the transmitter (12).

[Claim 4] A radio communication device, comprising: a memory (2) for temporarily storing input data; a series-parallel conversion circuit (4) for taking out data of L-symbol to be transmitted from the memory, and for converting the data to parallel signals of M-rows (M: an integer not less than 2); M-number of spread code generation circuits (6-1, 6-M) for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of M-rows; M-number of multiplier circuits (5-1, 5-M) for multiplying the parallel signals of M-rows by the M-number of spread codes respectively; an adder circuit (7) for adding the outputs of the M-number of multiplier circuits; and a

transmitter (12) for receiving the output of the adder circuit as its modulation input, characterized by further comprising:

control means which takes out data that is requested
5 for retransmission from the memory (2) as data of L-symbol;

a second series-parallel conversion circuit (8) for converting the data of L-symbol to parallel signals of M' -rows (M' : an integer smaller than M);

M' -number of spread code generation circuits (6-1 to
10 6- M') for generating spread codes that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of M' -rows;

M' -number of multiplier circuits (9-1 to 9- M') for multiplying the parallel signals of M' -rows by the M' -number
15 of spread codes respectively;

a second adder circuit (10) for adding the outputs of the M' -number of multiplier circuits; and

switching means (11) for connecting the output of the second adder circuit to the modulation input of the
20 transmitter (12).

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of the Invention] The present invention is applied to the CDMA (Code Division Multiple Access)
25 communication. In particular, the present invention is

suitable for use in the Spread Aloha system for transmitting packet signals by using spectrum spread signals through random accesses.

[0002]

5 [Prior Art] With respect to a radio communication system that carries out communications by connecting a base station and mobile stations through radio, the Aloha System has been known in which, when a call takes place in a mobile station, a random access is executed to the base station. The Aloha
10 System has been widely used because of its ease in controlling communications.

[0003] Referring to Figs. 5 and 6, the following description will discuss the conventional method. Fig. 5 is a drawing that shows a plurality of mobile stations and a single base
15 station. Fig. 6 shows a state in which, in the conventional spread Aloha System, K-number of terminals TE_1 to TE_k corresponding to mobile stations are transmitting packet signals to the base station S. The Aloha System is a system which allows the respective terminals TE_1 to TE_k to transmit
20 packet signals at free time in response to the generation of transmission data, and the system that uses spectrum spread signals as the packet signals is referred to as Spread Aloha System. In Fig. 6, a portion indicated by PR is a preamble to which code B is added. The preamble B represents a signal
25 such as a clock reproduction code required for demodulation.

[0004] The packet signal to be transmitted is a spectrum spread signal formed by multiplying a spread code having a cycle T_c in which one symbol length T_s is divided into N (N : an integer not less than 2) as one chip by a transmission symbol. Each transmission packet signal is a spectrum spread signal; therefore, on the receiving side, this is again multiplied by the same spread code as that of the transmission side in an inverse spread operation so that, even when a plurality of packet signals are multiplexed and transmitted, each of them can be demodulated through code divisions. Here, the respective terminals TE_1 to TE_k are operated asynchronously with each other, and normally it is not possible to realize code divisions that are completely made orthogonal, with the result that as the number of terminals that are simultaneously transmitting increases, interferences occur in response to mutual correlations, resulting in transmission path errors. As illustrated in Fig. 6, in the event of a transmission error, each of the terminals TE_1 to TE_k carries out retransmission with a random time interval. Thus, the respective terminals TE_1 to TE_k are allowed to avoid collisions in probability so that one radio channel can be commonly used by a plurality of terminals TE_1 to TE_k without using a complex controlling operation.

[0005] Here, the spectrum spread codes that are orthogonal to each other refer to spectrum spread codes that have no

correlation with each other.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention] The random access packet transmission system, such as Spread Aloha System shown
5 in Fig. 6, is evaluated by the throughput characteristic. The throughput is a product of the average traffic generated and the probability of successful packets; therefore, as the throughput increases, more information can be transmitted through a given radio channel, thereby
10 indicating that more users are allowed to join.

[0007] Since the packet transmission signal shown in Fig. 6 is spectrum-spread so that, even when a plurality of packet signals are multiplexed and transmitted, it can be demodulated through code divisions; however, as the number
15 of the terminals that are simultaneously transmitting increases, interferences occur in response to mutual correlations. In other words, as the traffic increases, the probability of successful packets decreases due to transmission path errors caused by the interferences, with
20 the result that the throughput is limited.

[0008] The present invention has been devised to solve such problems, and its object is to provide a radio communication method and a device thereof that can improve the throughput characteristic. Another object of the present invention is
25 to provide a radio communication method and a device thereof

which can effectively use radio channels.

[0009]

[Means to Solve the Problems] In the present invention, in order to achieve the above-mentioned object, in contrast to the conventional method in which data of L-symbol length generated, as it is, is spectrum-spread and transmitted, in each of the terminals, data of L-symbol to be transmitted is divided into M-number (M: an integer not less than 2) of pieces, and the divided data of the M-number of L/M-symbol length is spread by using the M-number of spread codes (multi-codes) that are mutually orthogonal to each other, and the M-number of spread signal outputs are added and transmitted as an M-multiplexed packet signal having an L/M-symbol length. Further, when, in the event of an error in the packet signal in the transmission path, retransmission is carried out, the number M' of multiplex divisions of data of L-symbol length to be transmitted is set to an integer that is not less than 1, and is also smaller than M; thus, the transmission is carried out by reducing the number of multiplex divisions as compared with the initial transmission time.

[0010] By carrying out such a transmission process, the packet signal length of packet signals to be initially transmitted normally is reduced to 1/M of the packet signal length of the generated data; therefore, it is possible to reduce

interferences given to the other terminals, and consequently
to improve the throughput with respect to the entire system.
Here, when, in the event of great traffic and resulting
increased interferences and errors, retransmission is
5 carried out, power that is the same as the output power
normally used for M-multiplexed transmission can be
outputted with a reduced number of multiplexed divisions;
thus, it is possible to improve the error rate characteristic
and to reduce the number of re-transmitting operations, and
10 consequently to improve the throughput.

[0011] In other words, the first aspect of the present
invention is a radio communication method, which allows a
plurality of terminals to transmit to one base station packet
signals that have been spectrum-spread through random
15 accesses. The present invention is characterized in that:
in each of the terminals, data of L-symbol to be transmitted
is divided into M-number (M: an integer not less than 2)
of pieces, and the divided data of L/M-symbol is spread in
parallel with each other with respect to M-pieces by using
20 spread codes that are mutually orthogonal to each other to
obtain spread signals, and the M-number of parallel spread
signals are added and transmitted as an M-multiplexed signal,
and in a terminal that has received a request for
retransmission, data of L-symbol to be retransmit is divided
25 into M'-number (M' is an integer that is not less than 1

and smaller than M) of pieces, and the divided data of L/M' -symbol is spread in parallel with each other with respect to M' -pieces by using spread codes that are mutually orthogonal to each other to obtain spread signals, and the
5 M' -number of parallel spread signals are added and transmitted as an M' -multiplexed signal. Here, for example, $M = 2$ and $M' = 1$.

[0012] The second aspect of the present invention relates to the radio communication device, and the present invention
10 is characterized by comprising: a memory (2) for temporarily storing input data; a series-parallel conversion circuit (4) for taking out data of L -symbol to be transmitted from the memory, and for converting the data to parallel signals of two rows; two spread code generation circuits (6-1, 6-2)
15 for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of two rows; two multiplier circuits (5-1, 5-2) for multiplying the parallel signals of two rows by the two spread codes respectively; an adder circuit (7) for adding the outputs
20 of the two multiplier circuits; and a transmitter (12) for receiving the output of the adder circuit as its modulation input, and characterized by further comprising: control means (22) which takes out data that is requested for retransmission from the memory (2) and supplies this to a
25 single multiplier circuit (9) as data of L -symbol; a single

spread code generation circuit (6-2) for supplying spread codes to the multiplier circuit (9); and switching means (11) for connecting the output of the multiplier circuit to the modulation input of the transmitter (12).

5 [0013] Alternatively, the present invention is characterized by comprising: a memory (2) for temporarily storing input data; a series-parallel conversion circuit (4) for taking out data of L-symbol to be transmitted from the memory, and for converting the data to parallel signals of M-rows (M:
10 an integer not less than 2); M-number of spread code generation circuits (6-1, 6-M) for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of M-rows; M-number of multiplier circuits (5-1, 5-M) for multiplying the parallel signals of M-rows by the
15 M-number of spread codes respectively; an adder circuit (7) for adding the outputs of the M-number of multiplier circuits; and a transmitter (12) for receiving the output of the adder circuit as its modulation input, and characterized by further comprising: control means which takes out data that is
20 requested for retransmission from the memory (2) as data of L-symbol; a second series-parallel conversion circuit (8) for converting the data of L-symbol to parallel signals of M'-rows (M': an integer smaller than M); M'-number of spread code generation circuits (6-1 to 6-M') for generating
25 spread codes that are orthogonal to each other in association

with the parallel signals of M' -rows; M' -number of multiplier circuits (9-1 to 9- M') for multiplying the parallel signals of M' -rows by the M' -number of spread codes respectively; a second adder circuit (10) for adding the outputs of the M' -number of multiplier circuits; and switching means (11) for connecting the output of the second adder circuit to the modulation input of the transmitter (12).

[0014]

[Description of the Embodiments of the Invention]

10 [0015]

[Embodiment] Referring to Fig. 1, the following description will discuss one embodiment of the present invention. Fig. 1 is a block diagram that shows a radio communication device of one embodiment of the present embodiment.

15 [0016] The present invention relates to a radio communication device, and is characterized by comprising: a memory 2 for temporarily storing input data; a series-parallel conversion circuit 4 for taking out data of L-symbol to be transmitted from the memory 2, and for converting the data to parallel
20 signals of M -rows (M : an integer not less than 2); M -number of spread code generation circuits 6-1, 6- M for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of M -rows; M -number of multiplier circuits 5-1, 5- M for multiplying the parallel
25 signals of M -rows by the M -number of spread codes

respectively; an adder circuit 7 for adding the outputs of the M-number of multiplier circuits 5-1, 5-M; and a transmitter 12 for receiving the output of the adder circuit 7 as its modulation input, and is characterized by further comprising: control means 22 which takes out data that is requested for retransmission from the memory 2 as data of L-symbol; a second series-parallel conversion circuit 8 for converting the data of L-symbol to parallel signals of M' -rows (M' : an integer smaller than M); M' -number of spread code generation circuits 6-1 to 6- M' for generating spread codes that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of M' -rows; M' -number of multiplier circuits 9-1 to 9- M' for multiplying the parallel signals of M' -rows by the M' -number of spread codes respectively; a second adder circuit 10 for adding the outputs of the M' -number of multiplier circuits 9-1 to 9- M' ; and switching means 11 for connecting the output of the second adder circuit 10 to the modulation input of the transmitter 12. The following description will discuss a case in which $M = 2$ and $M' = 1$.

[0017] The radio communication device of the present embodiment is designed as shown in Fig. 2 in the case when $M = 2$ and $M' = 1$. Fig. 2 shows a block diagram of a radio communication device in the present embodiment in the case when $M = 2$, and $M' = 1$.

[0018] In other words, the present invention is provided with: a memory 2 for temporarily storing input data; a series-parallel conversion circuit 4 for taking out data of L-symbol to be transmitted from the memory 2, and for
5 converting the data to parallel signals of two rows; two spread code generation circuits 6-1, 6-2 for generating spread signals that are orthogonal to each other in association with the parallel signals of two rows; two multiplier circuits 5-1, 5-2 for multiplying the parallel
10 signals of two rows by the two spread codes respectively; an adder circuit 7 for adding the outputs of the two multiplier circuits 5-1 and 5-2; and a transmitter 12 for receiving the output of the adder circuit 7 as its modulation input, and characterized by further comprising: control means 22
15 which takes out data that is requested for retransmission from the memory 2 and supplies this to a single multiplier circuit 9 as data of L-symbol; a single spread code generation circuit 6-2 for supplying spread codes to the multiplier circuit 9; and switching means 11 for connecting the output
20 of the multiplier circuit 9 to the modulation input of the transmitter 12.

[0019] Referring to Fig. 3, the following description will discuss the operation of the embodiment of the present invention. Fig. 3 shows packet signals that are transmitted
25 from the respective terminals TE_1 to TE_k in relation with

time. Data generated at the terminal TE_i ($i = 1$ to k) is inputted to the memory 2 from the input terminal 1. In the memory 2, the data is maintained for retransmission use, and outputs the copy of the data.

5 [0020] The copied data is inputted to the series-parallel conversion circuit 4 to the switch 3 that is set to the normal side so that this is divided to half the data length as generated, and these pieces of data are then multiplied by a pair of orthogonal codes that are outputted from the spread
10 code generation circuits 6-1 and 6-2 in the multiplier circuits 5-1 and 5-2. Here, the orthogonal codes refer to spread codes that have no mutual correlation. The outputs of the multiplier circuits 5-1 and 5-2 are added by the adder circuit 7 respectively and 2-multiplied by orthogonal
15 multi-codes.

[0021] The transmitter 12 adds a preamble B having a predetermined length constituted by a clock synchronous code, etc., used for demodulation to the data (referred to as data A shown in Fig. 3) that has been 2-multiplied by these
20 orthogonal multi-codes, and transmits this to a radio channel through an antenna 14. Here, a carrier wave has been inputted to the transmitter 12 from the carrier wave generation circuit 13.

[0022] When the traffic becomes greater and interferences
25 increase, an error packet signal C occurs. The fact that

the error packet signal C has occurred is sent from the base station S to the terminal TE₃ as request for retransmission. This request for retransmission is inputted to the control circuit 22 to the retransmission request input terminal 21.

5 The control circuit 22 switches the switch 3 to the retransmission side, and copies the packet signal C stored in the memory 2, and transmits this. The multiplier circuit 9 converts the packet signal C to a spread signal by using spread codes outputted from the spread code generation

10 circuit 6-2. The packet signal C is inputted to the transmitter 12 to the switch 11 that is controlled by the control circuit 22 in the switching operation, and then transmitted through the antenna 14.

[0023] At this time, the terminal TE₃ transmits a

15 retransmission packet signal D with a random time interval, and in this case, the retransmission packet signal D is transmitted without being multiplexed. In other words, the data portion of the retransmission packet signal D from which the preamble portion is excluded has a length twice as long

20 as the data portion of the initially transmitted packet signal C from which the preamble is excluded. Moreover, in Fig. 3, the multiplexed packet signal C and the packet signal D without being multiplexed are set to have the same output power. In this manner, the output power of the retransmission

25 packet signal D is twice as much as the multiplex signal

power of the packet signal C prior to the retransmission; therefore, it is possible to reduce the rate of receiving failure in the base station S.

[0024] The throughput characteristic of the embodiment of the present invention was found through computer simulation, and the results thereof are shown below. Table 1 shows simulation conditions.

[0025]

[Table 1]

Access system	Spread unslotted ALOHA
Spread rate	31
Bit rate	1 Mbit/s
Number of terminals	100
Packet generation interval	Exponential distribution
Packet length	Exponential distribution (Average packet length: 200 bit)
Preamble length	20 bit
Retransmission timing	Exponential distribution (Average retransmission interval: 2 ms)
Transmission power control	Controlled by central value in long section
Phasing	Flat Rayleigh
Greatest Doppler frequency	10 Hz

10

The spread rate was set to $N = 31$, and the bit rate was set to 1 Mb/s. The packet length, the packet generation intervals and the retransmission intervals were all indicated by exponential distributions, and the average packet length

was set to 0.2 ms (200 bit), and the average retransmission interval was set to 2 ms. A preamble of a fixed length of 20 bit used for a clock synchronous code, etc., was added to each packet. It was supposed that all the synchronizations were perfect. The transmission path was set to Flat Rayleigh Phasing with the greatest Doppler frequency of 10 Hz, and thermal noise was not taken into consideration. At each of the terminals TE_1 to TE_k , the transmission power control was carried out based upon the central value in the long section, and instantaneous variations were not followed. Moreover, error corrections were not made, and the packet was nullified with errors of not less than 1 bit.

[0026] Under the above-mentioned conditions, computer simulations were carried out, and Fig. 4 shows the resulting throughput characteristic. Fig. 4 makes comparisons on the following three methods:

[0027] (Method a) Not multiplexed all the time. (conventional method)

(Method b) Always multiplexed by two and transmitted using orthogonal multi-code transmission.

[0028] (Method c) Normally 2-multiplexed and transmitted, and not multiplexed upon retransmission.

[0029] In both of the cases of Method b and Method c, when the 2-multiplex mode was used, the packet length becomes half as compared with a case in which the same amount of

information was transmitted without using a multiplexing process. Moreover, power consumption per one code at the time of the 2-multiplex mode was set to half that of the case of no multiplexing process, and the total power after
5 multiplexing was set to constant. Here, Method a is a conventional method shown in Fig. 6, and Method c is the method of the present invention shown in Fig. 3. In Fig. 4, the axis of abscissa represents the average number of terminals (traffic density including retransmission) that
10 are transmitting through the channels, and the axis of ordinate represents the throughput based upon continuous transmission without multiplexing through one terminal. Among three methods of a to c, Method c provides the greatest throughput value. Method b also provides a throughput close
15 to that of Method c in the case of comparatively great traffic; however, it is concluded that Method c, which obtains the greatest throughput at small traffic, uses the radio channel most efficiently.

[0030]

20 [Effects of the Invention] As described above, the present invention makes it possible to improve the throughput, and consequently to utilize the radio channel very effectively.

[BRIEF DESCRIPTIONS OF THE DRAWINGS]

[FIG. 1] Fig. 1 is a block diagram that shows a construction
25 of a radio communication device in accordance with one

embodiment of the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a block diagram that shows the construction of the radio communication device in accordance with one embodiment of the present invention, in the case of $M = 2$ and $M' = 1$.

[Fig. 3] Fig. 3 is a drawing that shows packet signals transmitted from respective terminals in association with time.

[Fig. 4] Fig. 4 is a drawing that shows the throughput characteristic obtained through computer simulations.

[Fig. 5] Fig. 5 is a drawing that shows one base station and a plurality of mobile stations.

[Fig. 6] Fig. 6 is a drawing that shows a state of packet signals in the case when, in the conventional Spread Aloha System, K-number of terminals corresponding to mobile stations are transmitting data to a base station.

[REFERENCE NUMBERS]

- 1 input terminal
- 2 memory
- 20 3, 11 switch
- 4, 8 series-parallel conversion circuit
- 5-1 to 5-M, 9-1 to 9-M' multiplier circuit
- 6-1 to 6-M spread code generation circuit
- 7, 10 adder circuit
- 25 12 transmitter

13 carrier wave generation circuit
 14 antenna
 21 retransmission request input terminal
 22 control circuit
 5 A, C, D packet signal
 B preamble
 S base station
 TE₁ to TE_k mobile station

10 Fig. 1

Spread code generation circuit
 Spread code generation circuit
 Spread code generation circuit
 Spread code generation circuit

15 Data input M-multiplex

Normal

Retransmission M'-multiplex

12 Transmitter

Modulation input

20 Carrier wave input

Request for retransmission

Fig. 2

Spread code generation circuit

25 Spread code generation circuit

Data input

Normal

Retransmission

12 Transmitter

5

Modulation input

Carrier wave input

Request for retransmission

Fig. 3

10 Terminal

Terminal

Terminal

Terminal

Retransmission

15

Time

Fig. 5

Request for retransmission

Fig. 4

20 Throughput

Method

Method

Method

Channel traffic

25

Fig. 6

Terminal

Terminal

Terminal

5 Terminal

Retransmission

Retransmission

Retransmission

Time

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233758

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 13/04

H 0 4 J 13/00

G

H 0 4 B 7/24

H 0 4 B 7/24

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-36486

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月20日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 溝口 匡人

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 小林 聖

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 生越 重章

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

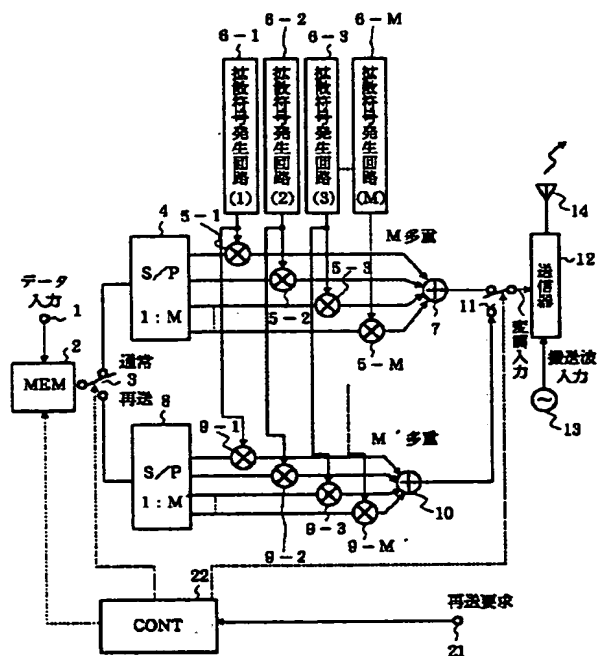
(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 無線通信方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 スプレッドアロハ方式で、パケット信号の再送が発生した場合には、トラヒックが増大するとともに干渉による伝送路誤りが増大する。

【解決手段】 通常は、データ列をM個の期間に分割し、互いに直交したM個の拡散符号を用いて拡散し、これをM多重して送信する。再送時には、データ列をM' (M' < M) 個の期間に分割し、互いに直交したM' 個の拡散符号を用いて拡散し、これをM' 多重して送信する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の端末から一つの基地局に向けてランダム・アクセスによりスペクトラム拡散されたパケット信号を送信する無線通信方法において、

前記各端末では、送信すべきシンボルのデータをM個（Mは2以上の整数）に分割し、分割したL/MシンボルのデータをM個並列にそれぞれ互いに直交する拡散符号を用いて拡散信号を得て、そのM個の並列拡散信号を加算してM多重信号として送信し、

再送要求を受けた端末では、再送すべきシンボルのデータをM'個（M'はMより小さい1以上の整数）に分割し、分割したL/M'シンボルのデータをM'個並列にそれぞれ互いに直交する拡散符号を用いて拡散信号を得て、そのM'個の並列拡散信号を加算してM'多重信号として送信することを特徴とする無線通信方法。

【請求項2】 M=2、M'=1である請求項1記載の無線通信方法。

【請求項3】 入力データが一時蓄積されるメモリ

(2)と、このメモリから送信すべきシンボルのデータを取り出し2列の並列信号に変換する直並列変換回路(4)と、この2列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生する2個の拡散符号発生回路(6-1、6-2)と、前記2列の並列信号をそれぞれこの2個の拡散符号と乗算する2個の乗算回路(5-1、5-2)と、この2個の乗算回路の出力を加算する加算回路(7)と、この加算回路の出力を変調入力とする送信器(12)とを備え、

再送要求のあったデータを前記メモリ(2)から取り出しシンボルのデータとして一つの乗算回路(9)に与える制御手段(22)と、この乗算回路(9)に拡散符号を与える一つの拡散符号発生回路(6-2)と、この乗算回路の出力を前記送信器(12)の変調入力に接続する切替手段(11)とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項4】 入力データが一時蓄積されるメモリ

(2)と、このメモリから送信すべきシンボルのデータを取り出しM列（Mは2以上の整数）の並列信号に変換する直並列変換回路(4)と、このM列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM個の拡散符号発生回路(6-1～6-M)と、前記M列の並列信号をそれぞれこのM個の拡散符号と乗算するM個の乗算回路(5-1～5-M)と、このM個の乗算回路の出力を加算する加算回路(7)と、この加算回路の出力を変調入力とする送信器(12)とを備え、

再送要求のあったデータを前記メモリ(2)からシンボルのデータとして取り出す制御手段と、このシンボルのデータをM'列（M'はMより小さい整数）の並列信号に変換する第二の直並列変換回路(8)と、このM'列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM'個の拡散符号発生回路(6-1～6-M')

と、前記M'列の並列信号をそれぞれこのM'個の拡散符号と乗算するM'個の乗算回路(9-1～9-M')と、このM'個の乗算回路の出力を加算する第二の加算回路(10)と、この第二の加算回路の出力を前記送信器(12)の変調入力に接続する切替手段(11)とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はCDMA(Code Division Multiple Access)通信に利用する。特に、スペクトラム拡散信号を用いてランダムアクセスによりパケット信号の伝送を行うスプレッドアロハ方式に利用するに適する。

【0002】

【従来の技術】 基地局と移動局とを無線回線で接続し通信を行う無線通信方式として、移動局に呼が発生した時点で基地局に対してランダムアクセスを行うアロハ方式が知られている。このアロハ方式は、通信制御の簡便さから広く普及している。

【0003】 この従来例を図5および図6を参照して説明する。図5は複数の移動局と一つの基地局とを示す図である。図6は従来のスプレッドアロハ方式において移動局に相当するK個の端末TE₁～TE_Kが基地局Sに対し送信しているパケット信号の様子を示す図である。アロハ方式は送信データの発生に応じて各端末TE₁～TE_Kが自由な時間にパケット信号を送信する方式であり、そのパケット信号にスペクトラム拡散信号を用いる方式がスプレッドアロハ方式である。図6でPRと記された部分はプリアンブルであり符号Bを付した。このプリアンブルBは、復調に必要なクロック再生用符号などである。

【0004】 送信するパケット信号は1シンボル長T_sをN個（Nは2以上の整数）に分割した期間T_cを1チップとする拡散符号と送信シンボルを乗算したスペクトラム拡散信号である。各送信パケット信号はスペクトラム拡散信号であるから、受信側では送信側と同じ拡散符号を再び乗算して逆拡散操作を行うことにより、複数のパケット信号が重畳して伝送されても符号分割により復調が可能である。ただし、各々の端末TE₁～TE_K同士は非同期で動作しており、完全に直交化した符号分割は実現できないことが通常であるから、同時送信端末数が増加すれば、その相互相関に応じた干渉が発生し、伝送路誤りが生じる。図6に示すように、伝送路誤りが生じた場合に端末TE₁～TE_Kはランダムな時間において再度送信を行う。これにより各端末TE₁～TE_Kは確率的に衝突を避け、複雑な制御を行わずに一つの無線チャネルを複数の端末TE₁～TE_Kで共有することができる。

【0005】 ここで、互いに直交したスペクトラム拡散符号とは、互いに相関がないスペクトラム拡散符号とい

うことである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図6に示したスプレッドアロハ方式等のランダムアクセスパケット伝送方式はスループット特性により評価される。スループットは生じた平均トラヒックとパケット成功確率の積であり、スループットが大きい程ある一定の無線チャネルによってより多くの情報を伝送することが可能であり、より多くのユーザが収容できることを示す。

【0007】図6に示したパケット伝送信号はスペクトラム拡散を行っているため、複数のパケット信号が重畳して伝送されても符号分割により復調が可能であるが、同時送信端末数の増加にしたがい、その相互相関に応じた干渉が発生する。すなわち、トラヒックが増大すると干渉により生じる伝送路誤りのためパケット成功確率は低下し、スループットは制限される。

【0008】本発明は、このような背景に行われたものであって、スループット特性の改善を図ることできる無線通信方法および装置を提供することを目的とする。本発明は、無線チャネルを有効に利用することができる無線通信方法および装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、従来は生じたLシンボル長のデータをそのままスペクトラム拡散して伝送していたのに対し、各端末は伝送するLシンボル長のデータ列をM個(Mは2以上の整数)の期間に分割し、分割してできたM個のL/Mシンボル長のデータをそれぞれ互いに直交したM個の拡散符号(マルチコード)を用いて拡散し、得られたM個の拡散信号出力を加算して、M倍の多重化を行ったL/Mシンボル長のパケット信号として伝送を行う。そしてパケット信号が伝送路にて誤りを生じて再送を行う場合には伝送するLシンボル長のデータの分割多重数M'をMより小さい1以上の整数に設定し、初回の伝送時より多重数を低くして伝送することを特徴とする。

【0010】このように伝送を行うことにより、通常の初めて伝送するパケット信号のパケット信号長は生じたデータのバケット信号長の1/Mとなることから、他端末へ与える干渉が少なくなり、システム全体としてスループットの改善が期待できる。一方、トラヒックが大きく干渉が増加し誤りが生じて再送を行う場合には、通常M多重で送信している出力電力と同じ電力を低い多重数で出力できるため、誤り率特性が改善し再送回数が減少することによりスループットが改善すると考えられる。

【0011】すなわち、本発明の第一の観点は、複数の端末から一つの基地局に向けてランダム・アクセスによりスペクトラム拡散されたパケット信号を伝送する無線通信方法である。本発明の特徴とするところは、前記各端末では、送信すべきLシンボルのデータをM個(Mは

2以上の整数)に分割し、分割したL/MシンボルのデータをM個並列にそれぞれ互いに直交する拡散符号を用いて拡散信号を得て、そのM個の並列拡散信号を加算してM多重信号として送信し、再送要求を受けた端末では、再送すべきLシンボルのデータをM'個(M'はMより小さい1以上の整数)に分割し、分割したL/M'シンボルのデータをM'個並列にそれぞれ互いに直交する拡散符号を用いて拡散信号を得て、そのM'個の並列拡散信号を加算してM'多重信号として送信するところにある。例えば、M=2, M'=1である。

【0012】本発明の第二の観点は無線通信装置であって、本発明の特徴とするところは、入力データが一時蓄積されるメモリ(2)と、このメモリから送信すべきLシンボルのデータを取り出し2列の並列信号に変換する直並列変換回路(4)と、この2列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生する2個の拡散符号発生回路(6-1, 6-2)と、前記2列の並列信号をそれぞれこの2個の拡散符号と乗算する2個の乗算回路(5-1, 5-2)と、この2個の乗算回路の出力を加算する加算回路(7)と、この加算回路の出力を変調入力とする送信器(12)とを備え、再送要求のあったデータを前記メモリ(2)から取り出しLシンボルのデータとして一つの乗算回路(9)に与える制御手段(22)と、この乗算回路(9)に拡散符号を与える一つの拡散符号発生回路(6-2)と、この乗算回路の出力を前記送信器(12)の変調入力に接続する切替手段(11)とを備えたところにある。

【0013】あるいは、入力データが一時蓄積されるメモリ(2)と、このメモリから送信すべきLシンボルのデータを取り出しM列(Mは2以上の整数)の並列信号に変換する直並列変換回路(4)と、このM列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM個の拡散符号発生回路(6-1~6-M)と、前記M列の並列信号をそれぞれこのM個の拡散符号と乗算するM個の乗算回路(5-1~5-M)と、このM個の乗算回路の出力を加算する加算回路(7)と、この加算回路の出力を変調入力とする送信器(12)とを備え、再送要求のあったデータを前記メモリ(2)からLシンボルのデータとして取出す制御手段と、このLシンボルのデータをM'列(M'はMより小さい整数)の並列信号に変換する第二の直並列変換回路(8)と、このM'列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM'個の拡散符号発生回路(6-1~6-M')と、前記M'列の並列信号をそれぞれこのM'個の拡散符号と乗算するM'個の乗算回路(9-1~9-M')と、このM'個の乗算回路の出力を加算する第二の加算回路(10)と、この第二の加算回路の出力を前記送信器(12)の変調入力に接続する切替手段(11)とを備えたところにある。

【0014】

【発明の実施の形態】

【0015】

【実施例】本発明実施例を図1を参照して説明する。図1は本発明実施例の無線通信装置のブロック構成図である。

【0016】本発明は無線通信装置であって、本発明の特徴とするところは、入力データが一時蓄積されるメモリ2と、このメモリ2から送信すべきLシンボルのデータを取り出しM列（Mは2以上の整数）の並列信号に変換する直並列変換回路4と、このM列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM個の拡散符号発生回路6-1～6-Mと、前記M列の並列信号をそれぞれこのM個の拡散符号と乗算するM個の乗算回路5-1～5-Mと、このM個の乗算回路5-1～5-Mの出力を加算する加算回路7と、この加算回路7の出力を変調入力とする送信器12とを備え、再送要求のあったデータをメモリ2からLシンボルのデータとして取出す制御回路22と、このLシンボルのデータをM'列（M'はMより小さい整数）の並列信号に変換する第二の直並列変換回路8と、このM'列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生するM'個の拡散符号発生回路6-1～6-M'と、前記M'列の並列信号をそれぞれこのM'個の拡散符号と乗算するM'個の乗算回路9-1～9-M'と、このM'個の乗算回路9-1～9-M'の出力を加算する第二の加算回路10と、この第二の加算回路10の出力を送信器12の変調入力に接続する切替スイッチ11とを備えたところにある。以下は、M=2、M'=1の場合について説明する。

【0017】本発明実施例の無線通信装置はM=2、M'=1の場合には図2に示すように構成される。図2はM=2、M'=1の場合における本発明実施例の無線通信装置のブロック構成図である。

【0018】すなわち、入力データが一時蓄積されるメモリ2と、このメモリ2から送信すべきLシンボルのデータを取り出し2列の並列信号に変換する直並列変換回路4と、この2列の並列信号に対応して互いに直交する拡散符号を発生する2個の拡散符号発生回路6-1および6-2と、前記2列の並列信号をそれぞれこの2個の拡散符号と乗算する2個の乗算回路5-1および5-2と、この2個の乗算回路5-1および5-2の出力を加算する加算回路7と、この加算回路7の出力を変調入力とする送信器12とを備え、再送要求のあったデータをメモリ2から取出しLシンボルのデータとして一つの乗算回路9に与える制御回路22と、この乗算回路9に拡散符号を与える一つの拡散符号発生回路6-2と、この乗算回路9の出力を送信器12の変調入力に接続する切替スイッチ11とを備えている。

【0019】本発明実施例の動作を図3を参照して説明

する。図3は各端末TE₁～TE_kが送信するパケット信号を時間を追って示したものである。端末TE_i（i=1～k）で発生したデータは入力端子1からメモリ2に入力される。メモリ2では、再送用としてデータを保持するとともに、そのデータのコピーを出力する。

【0020】コピーされたデータは、通常側に切替えられている切替スイッチ3を介して直並列変換回路4に入力され、発生したデータ長の半分に分割された後に、拡散符号発生回路6-1および6-2から出力される一組の直交符号により、乗算回路5-1および5-2にて各々乗算される。ここで、直交符号とは、互いに相関のない拡散符号のことをいう。乗算回路5-1および5-2の出力はそれぞれ加算回路7により加算され、直交マルチコードにより二重化される。

【0021】送信器12は、この直交マルチコードで二重化されたデータ（これを図3に示すデータAとする）に復調のためのクロック同期符号などからなる一定長のプリアンプルBを付加し、アンテナ14を介して無線チャネルに送信する。なお、送信器12には搬送波発生回路13から搬送波が入力されている。

【0022】トラヒックが大きくなり、干渉が増加すると誤りパケット信号Cが生じる。誤りパケット信号Cが生じた旨は、基地局Sから端末TE_iに再送要求として通知される。この再送要求は再送要求入力端子21から制御回路22に入力される。制御回路22では、切替スイッチ3を再送側に切替えると同時に、メモリ2に蓄積されているパケット信号Cをコピーして送出する。乗算回路9では、拡散符号発生回路6-2から出力される拡散符号によりパケット信号Cを拡散信号とする。このパケット信号Cは、制御回路22により切替制御される切替スイッチ11を介して送信器12に入力され、アンテナ14から送信される。

【0023】このとき、端末TE_iはランダムな時間において再送パケット信号Dを送信するが、再送パケット信号Dは多重化を行わずに送信する。すなわち、再送パケット信号Dのプリアンプルを除いたデータ部分は最初に送られた誤りパケット信号Cのプリアンプルを除いたデータ部分の2倍の長さとなる。また、図3では多重化されたパケット信号Cと多重化しないパケット信号Dの出力電力は同じであるとしている。このように、再送されるパケット信号Dの出力電力は再送前のパケット信号Cの1多重信号電力の2倍となるため、基地局Sの受信失敗率を低減させることができる。

【0024】本発明実施例におけるスループット特性を計算機シミュレーションにより求めた結果を以下に述べる。シミュレーション条件を表1に示す。

【0025】

【表1】

7	8
アクセス方式	Spread unslotted ALOHA
拡散率	31
ビットレート	1 Mbit/s
端末数	100
パケット生起間隔	指数分布
パケット長	指数分布 (平均パケット長: 200bit)
プリアンブル長	20 bit
再送タイミング	指数分布 (平均再送間隔: 2ms)
送信電力制御	長区間中央値で制御
フェージング	Flat Rayleigh
最大ドップラ周波数	10Hz

拡散率 $N=31$ 、ビットレートは 1 Mb/s とした。パケット信号長、パケット信号生起間隔、平均再送間隔はともに指数分布とし、平均パケット信号長は 0.2 ms (200 bit)、平均再送間隔は 2 ms とする。各パケット信号に付加するクロック同期符号などのプリアンブル長は 20 bit 固定とした。全ての同期は完全であると仮定する。伝送路は最大ドップラ周波数 10 Hz のフラットレイリーフェージングとし、熱雑音は考慮しない。各端末 $TE_1 \sim TE_K$ は長区間中央値で送信電力制御を行い、瞬時変動には追従しないものとする。また、誤り訂正は行わず、1ビット以上の誤りでパケット信号は不成立とした。

【0026】以上の条件の下で計算機シミュレーションにより得られたスループット特性を図4に示す。図4は次の3方式について比較している。

【0027】(方法a) 常時多重化を行わない。(従来方式)

(方法b) 直交マルチコード伝送により常時2多重で伝送する。

【0028】(方法c) 通常は2多重で伝送し、再送時は多重化しない。

【0029】方法b、方法cとも2多重で伝送する場合は多重化を行わずに同じ情報量を伝送する場合に比べてパケット信号長は半分となる。また、二多重時の1コードあたりの電力は多重なしの場合の半分とし、多重後のトータル電力を一定とする。ここで、方法aは図6に示した従来方式であり、方法cが図3に示した本発明による方法である。図4において横軸はチャネルトラヒックであり無線チャネルに送信中の平均端末数(再送を含めた呼量)をとり、縦軸は1端末による多重なし連続送信を基準としたスループットをとる。方法a～cの3方式の中で方法cは最も大きな最大スループット値が得られている。方法bも比較的トラヒックが大きい場合には方

法cに近いスループットが得られているが、小さいトラヒックで最大スループットを得る方法cが最も無線チャネルを有効に使用しているといえる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、スループットを改善することができるため、無線チャネルを有効に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の無線通信装置のブロック構成図。

【図2】 $M=2$ 、 $M'=1$ の場合における本発明実施例の無線通信装置のブロック構成図。

【図3】各端末が送信するパケット信号を時間を追って示した図。

【図4】計算機シミュレーションにより得られたスループット特性を示す図。

【図5】複数の移動局と一つの基地局とを示す図。

【図6】従来のスプレッドアロハ方式において移動局に相当する K 個の端末が基地局に対し送信しているパケット信号の様子を示す図。

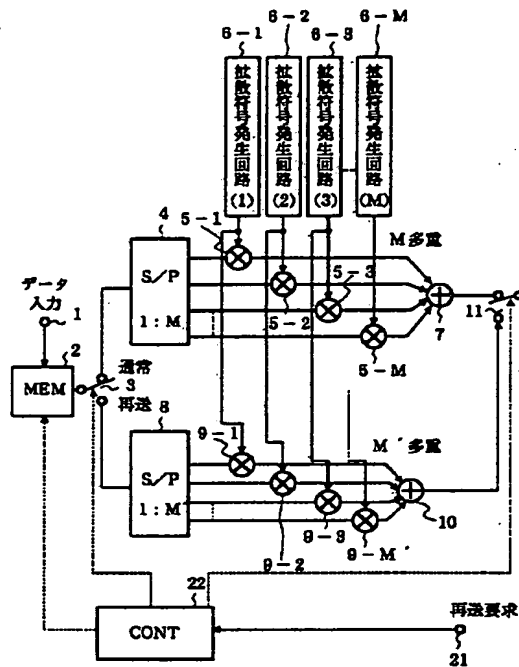
【符号の説明】

- 1 入力端子
- 2 メモリ
- 3、11 切替スイッチ
- 4、8 直並列変換回路
- 5-1～5-M、9-1～9-M' 乗算回路
- 6-1～6-M 拡散符号発生回路
- 7、10 加算回路
- 12 送信器
- 13 搬送波発生回路
- 14 アンテナ
- 21 再送要求入力端子
- 22 制御回路

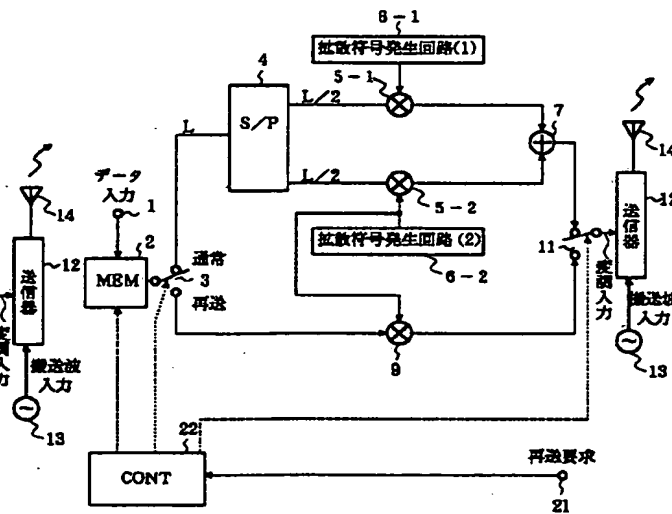
A、C、D バケット信号
B プリアンプル

S 基地局
TE₁ ~ TE_n 移動局

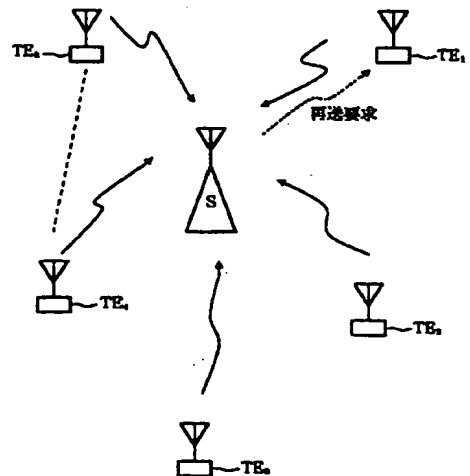
【図1】



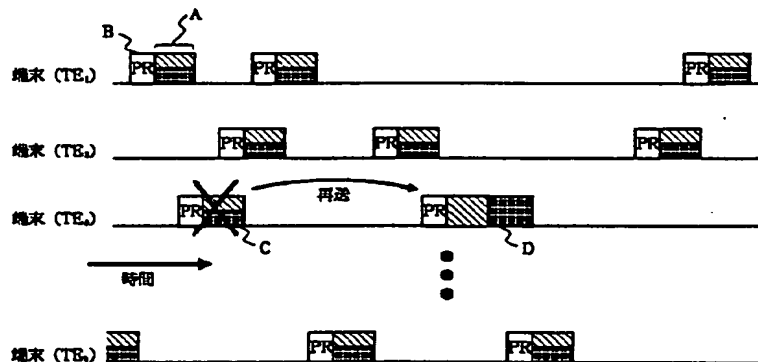
【図2】



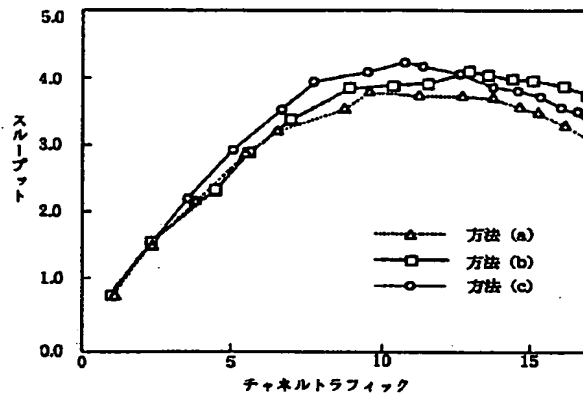
【図5】



【図3】



【図4】



【図6】

